

ARTIGO

ESTUDO TERMOANALÍTICO E BIOLÓGICO DE PRODUTOS ATOMATADOS

Carolina Uchoa Guerra Barbosa de Lima¹

Antônio Gouveia de Souza²

Homero Perazzo Barbosa³

RESUMO

Este trabalho objetivou a realização do estudo da estabilidade de produtos atomatados (ketchup, molho e extrato de tomate) em diferentes tipos de embalagem, ao abrir e em diferentes dias de armazenamento sob refrigeração, através da realização de análises físico-químicas, microbiológicas e termográficas. As análises realizadas (pH, acidez, atividade de água (Aw), cloreto, umidade, matéria seca e cinzas) para o mesmo tipo de embalagem, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) nos diferentes dias de armazenamento. O ketchup apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as embalagens na acidez, Aw, umidade e matéria seca. Com relação ao molho de tomate, foi encontrada diferença significativa entre os tipos de embalagem, apenas na atividade de água. O extrato de tomate só apresentou diferença significativa entre as embalagens na análise de cloreto. Na realização da análise microbiológica, não foi encontrado nenhum tipo de microorganismo. Já nas análises termogravimétricas, observou-se que a embalagem de lata para o extrato e o molho de tomate, e a embalagem de plástico para o ketchup, são mais estáveis e dão maior proteção aos produtos; já as embalagens cartonadas apresentam maior perda da qualidade do produto, em virtude de sua maior permeabilidade ao oxigênio.

Palavras-chave: Produtos atomatados. Análise térmica. Microbiologia. Análise físico-química. Embalagens.

INTRODUÇÃO

O tomate é uma planta da família das solanáceas, cuja espécie é denominada cientificamente *Lycopersicon esculentum*, Mill. O centro primário de origem do tomate é o Geocentro Sul-Americano, que abrange as regiões situadas ao longo da Cordilheira dos Andes¹.

O tomate é consumido *in natura* como ingrediente preferido nas saladas, sob a forma de suco, desidratado, como ingrediente de sopas, em conserva, em extrato, coado e condimentado (ketchup), ou com vinagre (pickles). O fruto verde em alguns países é utilizado inclusive para o preparo de doces¹.

¹ Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos (Bioquímica). Doutoranda em Farmacologia LTF / UFPB. Professora de Imunologia e Bioquímica das Faculdades Nova Esperança – FACENE e FAMENE, João Pessoa – PB. Rua José Gonçalves de Abrantes, nº 86, apt 201, Bessa. CEP 58037-265. E-mail: caroluchoa81@gmail.com. Tel: 8825-8423.

² Doutor em Química. Professor da Universidade Federal da Paraíba / CCEN, João Pessoa – PB. Universidade federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Campus I, Departamento de Química (LACOM), Cidade Universitária. CEP: 58059-900. Tel: 216-7441.

³ Professor Doutor de Bioquímica das Faculdades Nova Esperança – FACENE e FAMENE, João Pessoa – PB. Rua José Gonçalves de Abrantes, 98, apt 201, Manaíra. CEP: 58038-220. E-mail: homeroperazzo@yahoo.com.br. Tel: 9135-3556.

O tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado também pode influenciar na sua vida útil. Em geral, os atomatados exigem um material de embalagem que ofereça boa proteção contra a oxidação, contra a perda de umidade e a contaminação microbiológica. As embalagens devem evitar as alterações das características sensoriais do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade entre outras. Em casos onde é feito o acondicionamento a quente do produto, para diminuição da concentração de oxigênio no espaço livre e da carga microbiana da embalagem, exige-se também do material de embalagem, uma estabilidade térmica e dimensional nas temperaturas de enchimento. Além desses requisitos a boa hermeticidade do sistema de fechamento assegura a manutenção das características do material de embalagem e evita a re-contaminação microbiológica do produto².

Apesar de estarem presentes em pequena quantidade, os carotenóides que fazem parte do tomate, apresentam elevado valor nutricional merecendo destaque o licopeno, que apresenta atividade antioxidante superior aos demais encontrados. Tomates contêm cerca de 30 mg de licopeno por quilograma de tomate cru, porém maiores quantidades são encontradas em alguns dos produtos atomatados³. Rao e Agarwal^{4,5} verificaram que os subprodutos do tomate como molho e ketchup têm maior quantidade de licopeno biodisponível do que o fruto, isto ocorre devido à isomerização, a qual o licopeno é submetido durante o cozimento, processamento e estocagem dos alimentos.

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo físico-químico, microbiológico e termoanalítico de produtos atomatados (ketchup, extrato e molho de tomate), e observar se há efeito da embalagem sobre os parâmetros estudados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dessa pesquisa, foram utilizados produtos adquiridos diretamente dos supermercados da cidade de João Pessoa, PB, de mesma marca e

embalagens diferentes (cartonada, lata e plástico) e transportados para o laboratório de Flavor do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (CT/UFPB). As embalagens foram acondicionadas em temperatura de estocagem (ambiente e sob refrigeração - 14 °C), durante 5, 10, 15 e 20 dias. As análises foram realizadas ao abrir e durante o período de estocagem.

As análises físico-químicas, como o pH, acidez, atividade de água (*Aw*), cloretos, cinzas, umidade e matéria seca foram realizadas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz⁶.

O estudo estatístico foi realizado nas análises físico-químicas (Qui-quadrado e Teste de Friedman), de acordo com Zar⁷, utilizando o programa Bioestat versão 4.0.

A metodologia utilizada para as análises microbiológicas estava de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 62 do Ministério da Agricultura⁸.

As curvas termogravimétricas (TG) e calorimétricas (DSC) foram obtidas no Laboratório de Combustíveis (CCEN/UFPB), utilizando o Analisador Térmico TA Instruments SDT 2960 Simultaneous. As análises foram realizadas no intervalo de temperatura de 27 a 650 °C, nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20 °C/min., massa de amostra de 10 ± 0,5 mg, atmosferas de nitrogênio e ar sintético e fluxo de 110mLmin⁻¹.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado também pode influenciar na sua vida útil. Em geral, os atomatados exigem um material de embalagem que ofereça boa proteção contra a oxidação, contra a perda de umidade e a contaminação microbiológica. As embalagens devem evitar as alterações das características sensoriais do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade entre outras. Em casos onde é feito o acondicionamento a quente do produto, para diminuição da concentração de oxigênio no espaço livre e da carga microbiana da embalagem, exige-se também do material de embalagem, uma estabilidade térmica

e dimensional nas temperaturas de enchimento. Além desses requisitos a boa hermeticidade do sistema de fechamento assegura a manutenção das características do material de embalagem e evita a contaminação microbiológica do produto.

As análises físico-químicas dos atomatados foram realizadas ao abrir e em diferentes tempos de armazenamento sob refrigeração, como pode ser observado nas Tabelas.

De acordo com as tabelas acima, pôde-se observar que houve um aumento da concentração de pH, acidez, cloreto, matéria seca e cinzas, embora estatisticamente não seja significativo ($p > 0,05$), devido à perda de umidade do alimento para o ambiente, provocada pelo acondicionamento sob refrigeração. Já a atividade de água (A_w) e a umidade baixaram, pelo mesmo motivo citado anteriormente.

De acordo com Franco; Landgraf⁹, embora haja o aumento dos valores de pH e acidez, tornando os alimentos menos ácidos, durante o armazenamento dos produtos estudados, o pH obtido após o vigésimo dia é inferior àquele em que a proliferação bacteriana é possível. Esses alimentos normalmente deterioram-se devido ao crescimento de bolores e leveduras, uma vez que estes toleram pH inferior a 4,5; embora não tenha sido observada a presença de microorganismos depois do vigésimo dia de armazenamento.

Na Tabela 1 pode ser observado que o armazenamento sob refrigeração fez com que o teor de cloreto na embalagem cartonada do molho de tomate aumentasse consideravelmente a partir do décimo dia de armazenamento, embora não seja estatisticamente significativo ($p > 0,05$).

De acordo com a ABIA (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação), o pH ideal para o consumo do molho de tomate deve ser até 4,20; o da acidez deve ser até 1,0% e o de cloreto deve ser até 1,5%, mostrando que o molho deve ser consumido aproximadamente até três dias depois de aberto.

Segundo Franco; Landgraf⁹, o aumento da concentração do cloreto, faz com que ocorra a diminuição dos valores

de A_w , por reduzir os valores de P (pressão de vapor da água parcial encontrada no alimento), evitando assim o crescimento de microorganismos, como foi observado nas análises realizadas.

De acordo com a FDA (Food and Drug Administration)¹⁰, os parâmetros encontrados durante as análises do ketchup e do extrato de tomate, nos dois tipos de embalagem, são aceitáveis, até o vigésimo dia de armazenamento (Tabela 2).

Com relação ao molho de tomate, foi encontrada diferença estatisticamente entre os tipos de embalagem, apenas com relação à atividade de água ($p < 0,05$).

Já o ketchup apresentou diferença estatisticamente entre as embalagens no que diz respeito à A_w , umidade, matéria seca e acidez ($p < 0,05$).

Por sua vez, o extrato de tomate só apresentou diferença estatisticamente entre as embalagens no quesito cloreto ($p < 0,05$).

Um bom teor de matéria seca, indica uma boa quantidade e qualidade dos tomates utilizados como matéria-prima. Verificou-se que não há diferença estatística nos valores de matéria seca entre os tipos de embalagem dos atomatados, com exceção do ketchup.

Todas as análises físico-químicas realizadas nos produtos atomatados, não tiveram diferença estatisticamente ($p > 0,05$).

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas em todas as amostras, ao abrir e nos dias de armazenamento, no Laboratório de Controle de Qualidade do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB.

Um indício de que o produto passou por um processo de esterilização adequado, foi a ausência de qualquer alteração nas embalagens (estufamento). Assim, se a embalagem permanecer inalterada, não houve liberação de gases pela atividade microbiana, indicando que o alimento está estéril, e pode ser consumido sem perigos, como pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 1: Análise físico-química e estatística do molho de tomate em embalagem cartonada.

Análises	Molho de tomate cartonado					Análise estatística		
	Ao Abrir	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	p	χ^2	GI
pH	3,95	4,28	4,28	4,31	4,33	0,9999	0,0240	4,0000
Aw	0,988	0,986	0,984	0,963	0,901	1,0000	0,0060	4,0000
Acidez (%)	0,30	0,30	0,30	0,31	0,33	1,0000	0,0020	4,0000
Cloreto (%)	1,32	2,63	4,02	5,41	5,50	0,4836	3,4630	4,0000
Umidade (%)	87,8	87,4	87,3	86,7	83,4	0,9974	0,1480	4,0000
Matéria seca (%)	12,2	12,6	12,7	13,3	16,6	0,9175	0,9490	4,0000
Cinzas (%)	1,57	1,60	1,76	1,85	2,00	0,9994	0,0740	4,0000

Tabela 2: Análise físico-química e estatística do molho de tomate em embalagem em lata.

Análises	Molho de tomate lata					Análise estatística		
	ao abrir	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	p	χ^2	GI
pH	4,20	4,28	4,29	4,31	4,33	1,0000	0,0020	4,0000
Aw	0,999	0,999	0,998	0,997	0,995	1,0000	0,0000	4,0000
Acidez (%)	0,30	0,33	0,35	0,37	0,39	10,0000	0,0140	4,0000
Cloreto (%)	1,75	1,78	1,80	1,83	1,85	10,0000	0,0030	4,0000
Umidade (%)	88,6	88,4	87,3	86,7	85,0	0,9989	0,0970	4,0000
Matéria seca (%)	11,4	11,6	12,7	13,3	15,0	0,9557	0,6640	4,0000
Cinzas (%)	1,40	1,45	1,76	2,80	2,83	0,9106	0,9950	4,0000

Tabela 3: Análise físico-química e estatística do ketchup em embalagem de plástico.

Análises	Ketchup plástico					Análise estatística		
	ao abrir	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	p	χ^2	GI
pH	3,66	3,70	3,73	3,75	3,77	1,0000	0,0020	4,0000
Aw	0,954	0,953	0,950	0,948	0,944	1,0000	0,0000	4,0000
Acidez (%)	0,79	0,87	0,88	0,90	0,93	1,0000	0,0120	4,0000
Cloreto (%)	4,43	4,55	4,60	4,97	4,97	0,9997	0,0530	4,0000
Umidade (%)	66,6	65,0	63,6	63,1	62,5	0,9996	0,1690	4,0000
Matéria seca (%)	33,4	35,0	36,4	36,9	37,5	0,9896	0,3030	4,0000
Cinzas (%)	2,74	2,75	2,75	2,78	2,80	1,0000	0,0010	4,0000

Tabela 4: Análise físico-química e estatística do ketchup em embalagem cartonada.

Análises	Ketchup cartonado					Análise estatística		
	ao abrir	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	p	χ^2	GI
pH	3,56	3,79	3,87	3,87	3,93	0,9999	0,0220	4,0000
Aw	0,970	0,965	0,965	0,965	0,960	1,0000	0,0000	4,0000
Acidez (%)	0,96	0,98	1,00	1,00	1,10	1,0000	0,0120	4,0000
Cloreto (%)	4,1	4,48	4,97	5,8	6,02	0,9696	0,5390	4,0000
Umidade (%)	68,3	68,0	67,8	67,4	66,9	1,0000	0,0180	4,0000
Matéria seca (%)	31,7	32,0	32,2	32,6	33,1	0,9998	0,0370	4,0000
Cinzas (%)	2,71	2,73	2,75	2,85	2,90	1,0000	0,0100	4,0000

Tabela 5: Análise físico-química e estatística do extrato de tomate em embalagem de lata.

Análises	Extrato de tomate lata					Análise estatística		
	ao abrir	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	p	χ^2	Gl
pH	4,39	4,39	4,40	4,42	4,43	1,0000	0,0000	4,0000
Aw	0,998	0,998	0,997	0,996	0,994		1,00000,0000	
4,0000								
Acidez (%)	0,40	0,42	0,46	0,47	0,47	1,0000	0,0090	4,0000
Cloreto (%)	3,21	3,30	3,33	3,40	3,50	1,0000	0,0070	4,0000
Umidade (%)	82,68	82,6	82,0	81,94	81,91	1,0000	0,0070	4,0000
Matéria seca (%)	17,32	17,4	18,0	18,06	18,1	0,9990	0,0033	4,0000
Cinzas (%)	2,71	2,73	2,75	2,85	2,90	1,0000	0,0100	4,0000

Tabela 6: Análise físico-química e estatística do extrato de tomate em embalagem cartonada.

Análises	Extrato de tomate cartonada					Análise estatística		
	ao abrir	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	p	χ^2	Gl
pH	3,95	4,28	4,28	4,31	4,33	0,9999	0,0000	4,0000
Aw	0,991	0,9686	0,983	0,960	0,921	1,0000	0,0000	4,0000
Acidez (%)	0,30	0,30	0,31	0,31	0,40	0,9999	0,0090	4,0000
Cloreto (%)	1,32	2,34	2,92	4,97	5,85	0,9190	0,0070	4,0000
Umidade (%)	87,29	86,1	86,0	84,5	83,5	0,9987	0,0070	4,0000
Matéria seca (%)	12,71	13,9	14,0	15,5	16,5	0,9623	0,0033	4,0000
Cinzas (%)	2,00	2,14	2,17	2,20	2,35	0,9999	0,0100	4,0000

Tabela 7: Análise estatística entre os tipos de embalagem dos produtos atomatados

PRODUTOS	ESTATÍSTICA
Molho de tomate cartonado e lata	pH: Fr=0.8; G.l=1; p=0.3711 Aw: Fr=5.0; G.l=1; p=0.0253 Acidez: Fr=3.2; G.l=1; p=0.073 Cloreto: Fr=1.8; G.l=1; p=0.1797 Umidade: Fr=1.8; G.l=1; p=0.1797 Matéria seca: Fr=1.8; G.l=1; p=0.1797 Cinzas: Fr=0.0; G.l=1; p=0.9999
Ketchup plástico e cartonado	pH: Fr=1.8; G.l=1; p=0.1797 Aw: Fr=5.0; G.l=1; p=0.0253 Acidez: Fr=5.0; G.l=1; p=0.0253 Cloreto: Fr=0.20; G.l=1; p=0.6547 Umidade: Fr=5.0; G.l=1; p=0.0253 Matéria seca: Fr=5.0; G.l=1; p=0.0253 Cinzas: Fr=0.000; G.l=1; p=0.9993
Extrato de tomate cartonado e lata	pH, Aw, acidez, umidade, matéria seca e cinzas: Fr=5.0; G.l=1; p=0.0253 Cloreto: Fr=0.20; G.l=1; p=0.6547

Tabela 8: Estudo microbiológico dos atomatados.

	Molho Lata	Molho Cartão	Ketchup Plástico	Ketchup Cartão	Extrato Lata	Extrato Cartão
<i>Coliformes fecais</i> (NMP/g)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
<i>Coliformes totais</i> (NMP/g)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
<i>S. aureus</i> (UFC/g)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
<i>Salmonella</i> em 25g	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente

Análise Térmica

As curvas termogravimétricas foram obtidas utilizando uma atmosfera de ar sintético e de nitrogênio, com fluxo de 110ml/min, numa faixa de temperatura de 25°C a 650°C, com razões de aquecimento de 10°C/min, 15°C/min e 20°C/min.

O ar sintético é um gás incolor e inodoro, composto de oxigênio e nitrogênio (características do ar atmosférico), inflamável, com ponto de ebulição em torno de -194,3°C, pouco solúvel em água, densidade igual a 1200kg/m³ a 21°C e 1atm, é um produto estável à temperatura ambiente e ao ar, sob condições normais de uso e de armazenagem. Esse ar acelera a combustão.

Já o nitrogênio é um gás incolor, inodoro e insípido, não é inflamável, é ligeiramente mais leve que o ar sintético e ligeiramente solúvel em água. É um gás inerte.

De acordo com a Figura 1 observou-se que, nas três razões de aquecimento (10, 15 e 20°C/min), utilizando a atmosfera de ar sintético, a decomposição do extrato de tomate em embalagem cartonada começou em torno de 31°C, perdendo cerca de 78,9% de sua matéria, principalmente umidade e compostos mais voláteis, e o processo se deu em duas etapas, tendo a etapa final de decomposição de todo o produto, numa temperatura em torno de 544°C.

Isso mostra que o extrato de tomate em embalagem cartonada possui uma estabilidade numa temperatura de até 31°C.

A Figura 2 mostra a análise do extrato de tomate cartonado utilizando a atmosfera de nitrogênio, que é um gás inerte, e não provoca a oxidação, sendo realizadas as análises nas mesmas razões que o ar sintético. A decomposição iniciou numa

temperatura semelhante a do ar sintético (+/- 31°C), com perda de matéria de +/- 80,1%, porém a etapa final de decomposição se deu numa temperatura bem mais elevada, em torno de 628°C.

Com relação ao extrato de tomate em embalagem lata, pôde ser observado que na termogravimetria utilizando o ar sintético, a temperatura do início da decomposição foi um pouco mais elevada (em torno de 33°C, com perda de matéria a cerca de 80,5%) e a etapa final se deu em torno de 574°C, como pode ser visto na Figura 3.

Ao utilizar o nitrogênio, pôde ser visto que a temperatura inicial de decomposição do extrato de tomate em lata foi em torno de 31°C (com perda de matéria de +/- 79,7%), e a temperatura final de decomposição foi de 630°C, como pode ser observado na Figura 4.

Nas análises do molho de tomate cartonado em ar sintético, a temperatura inicial de decomposição foi em torno de 32,3°C, com perda inicial de massa de 83,8%, e a temperatura final foi cerca de 528°C, como se observa na Figura 5. Já quando utilizou o nitrogênio, a temperatura inicial de decomposição do produto foi cerca de 31°C, com perda inicial de massa de 81,9%, porém a temperatura final de decomposição foi de 626,7°C, como se observa na Figura 6.

Com relação ao molho de tomate em embalagem metálica (lata), pôde-se observar que a temperatura inicial da decomposição utilizando o ar sintético foi de 30°C, com perda inicial de massa em torno de 84,9%, e a temperatura final de decomposição foi de 534,6, como se observa na Figura 7. Já com o nitrogênio, a temperatura inicial de decomposição foi em torno de 33°C, com perda de massa de 83,5%, e a temperatura final de decomposição é em torno de 628,7, como pode ser visto na Figura 8.

a) EXTRATO DE TOMATE CARTONADO (AR SINTÉTICO):

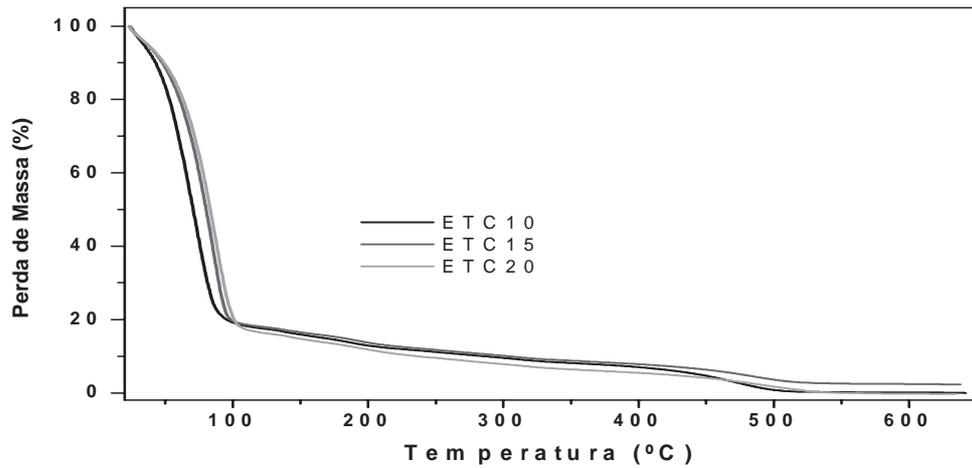


Figura 1: Curvas TG do Extrato de Tomate cartonado, em atmosfera de ar sintético nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

b) EXTRATO DE TOMATE CARTONADO (NITROGÊNIO):

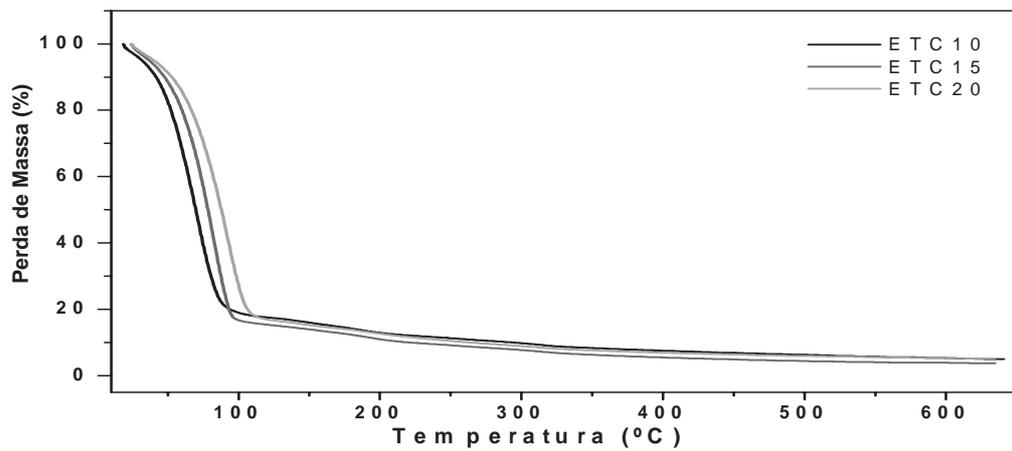


Figura 2: Curvas TG do Extrato de Tomate cartonado, em atmosfera de N₂ nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

c) EXTRATO DE TOMATE LATA (AR SINTÉTICO):

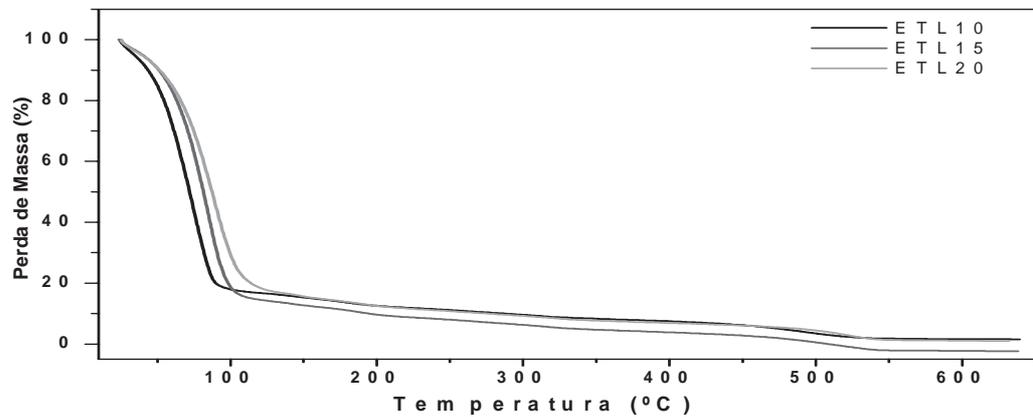


Figura 3: Curvas TG do Extrato de Tomate lata, em ar sintético nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

d) EXTRATO DE TOMATE LATA (NITROGÊNIO):

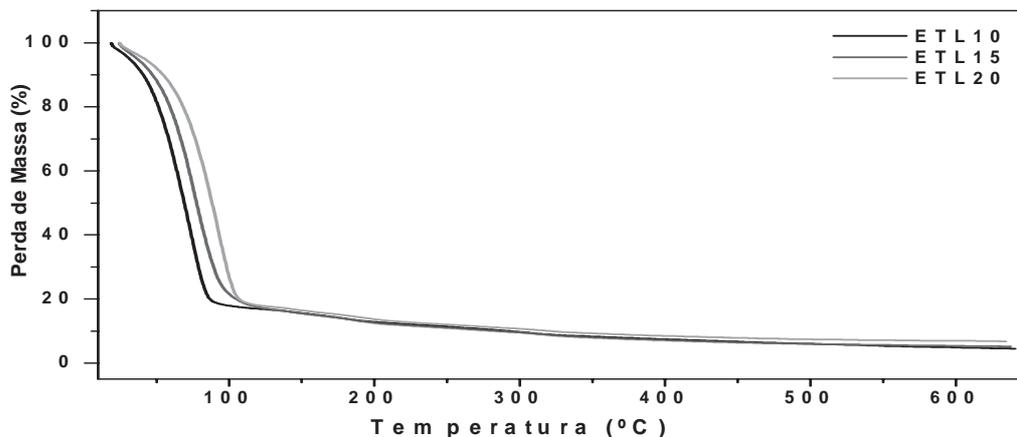


Figura 4: Curvas TG do Extrato de Tomate lata, em nitrogênio nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

e) MOLHO DE TOMATE CARTONADO (AR SINTÉTICO):

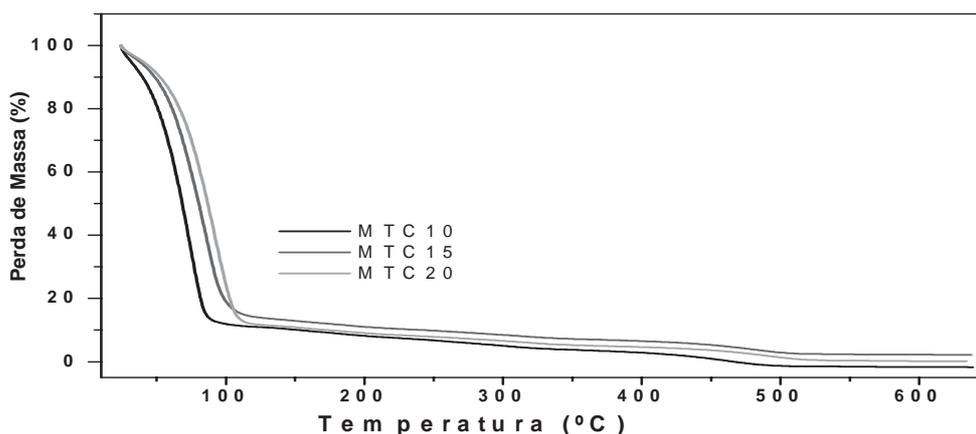


Figura 5: Curvas TG do Molho de Tomate cartonado, em ar sintético nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

f) MOLHO DE TOMATE CARTONADO (NITROGÊNIO):

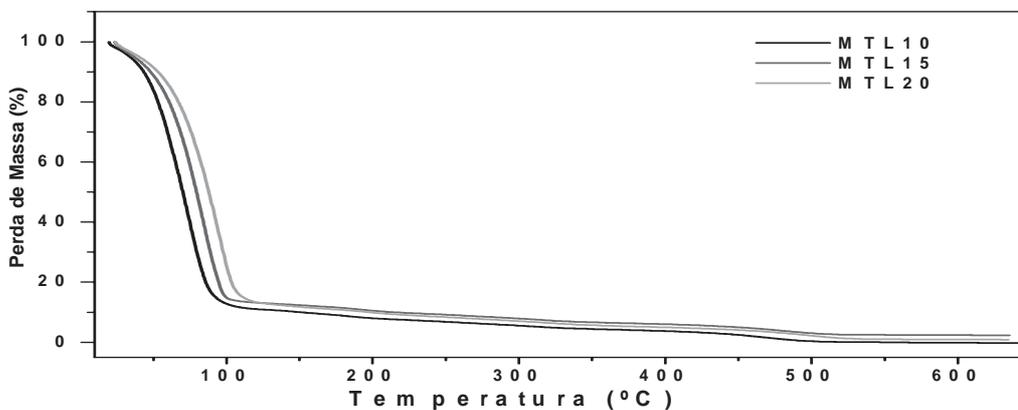


Figura 6: Curvas TG do Molho de Tomate cartonado, em N₂ nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

g) MOLHO DE TOMATE LATA (AR SINTÉTICO):

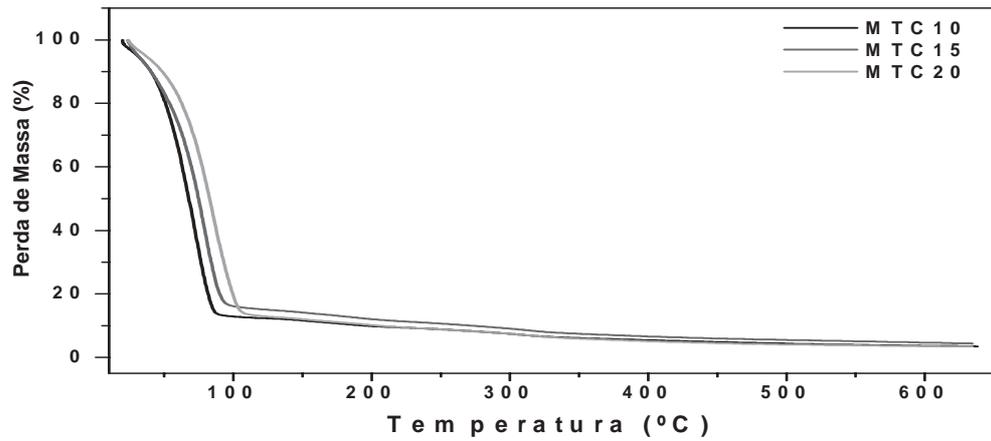


Figura 7: Curvas TG do Molho de Tomate lata, em ar sintético nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

h) MOLHO DE TOMATE LATA (NITROGÊNIO):

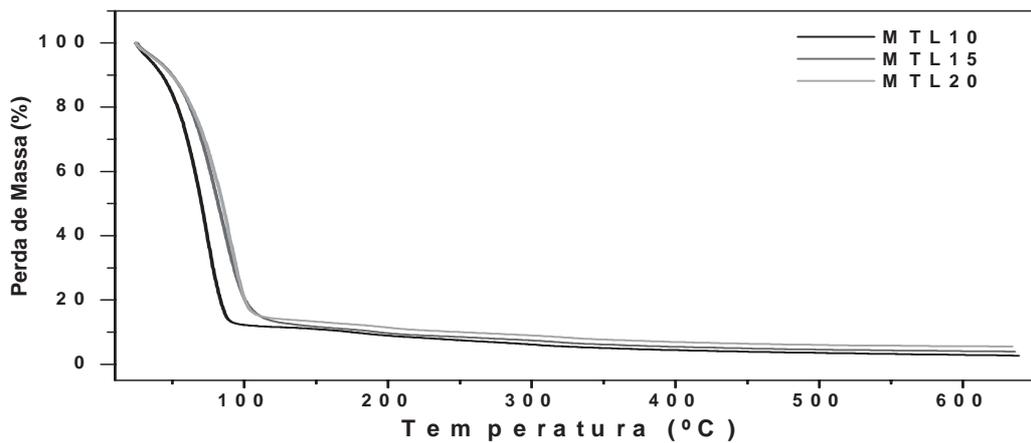


Figura 8: Curvas TG do Molho de Tomlata, em N2 nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

i) KETCHUP PLÁSTICO (AR SINTÉTICO):

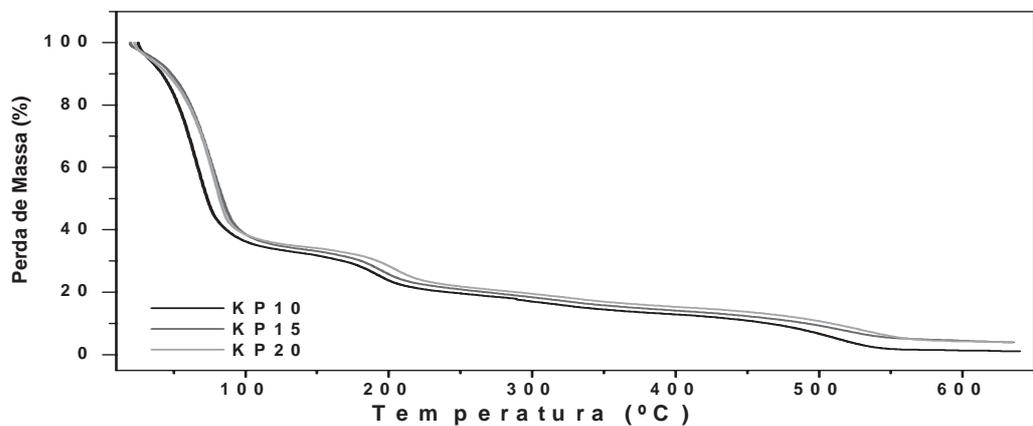


Figura 9: Curvas TG do Ketchup plástico, em ar sintético nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

j) KETCHUP PLÁSTICO (NITROGÊNIO):

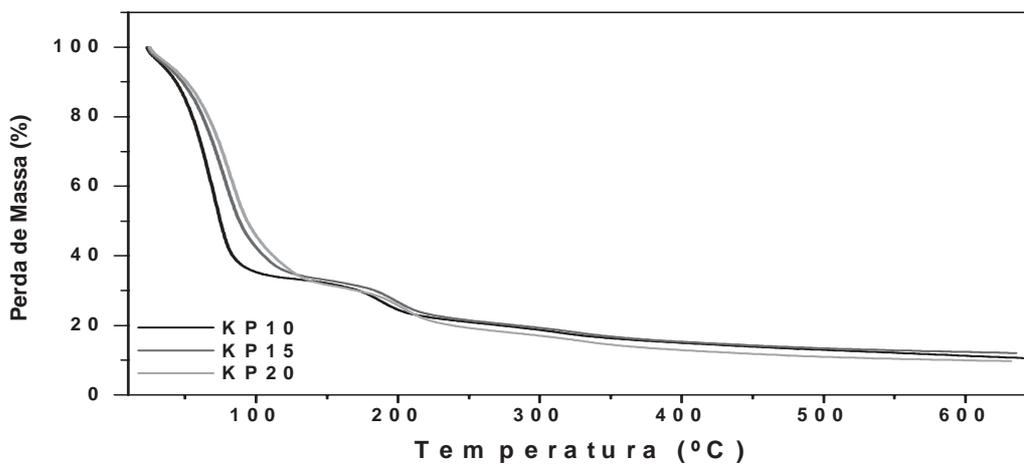


Figura 10: Curvas TG do Ketchup plástico, em N₂ nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

h) KETCHUP CARTONADO (AR SINTÉTICO):

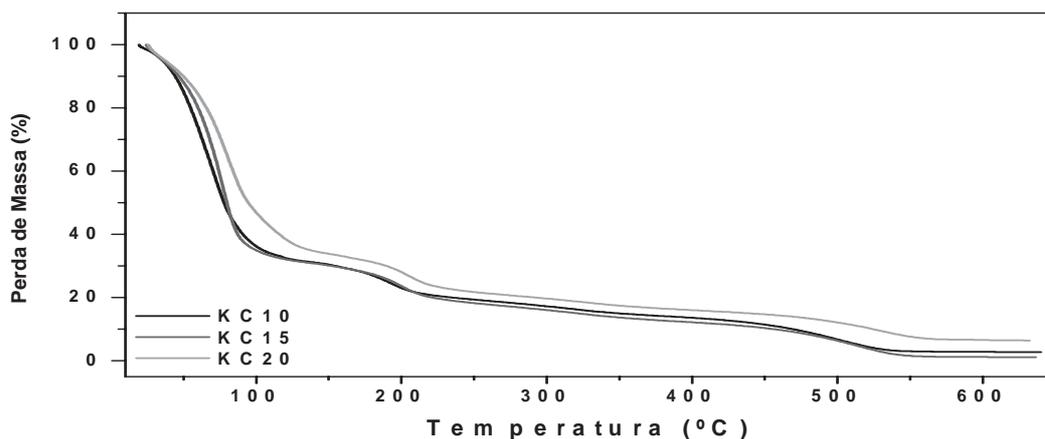


Figura 11: Curvas TG do Ketchup cartonado, em ar sintético nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

i) KETCHUP CARTONADO (NITROGÊNIO):

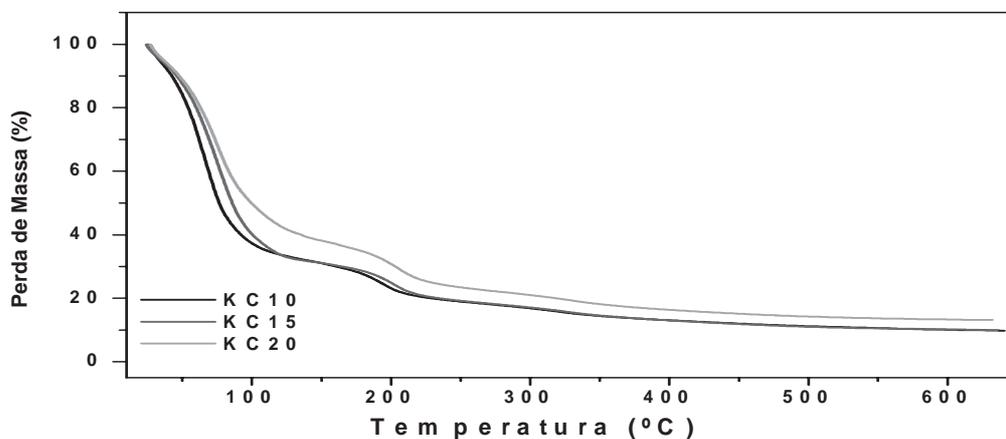


Figura 12: Curvas TG do ketchup cartonado, em N₂ nas razões de aquecimento de 10, 15 e 20°C/min.

O ketchup em embalagem de plástico apresentou uma temperatura de decomposição inicial em ar sintético de 31°C, perdendo cerca de 62% de massa na primeira etapa. Já a temperatura final de decomposição foi de 629,6°C, como pode ser visto na Figura 9.

Quando as análises foram realizadas utilizando o nitrogênio, a temperatura inicial foi de 33°, ocorrendo a perda de 63%, e a temperatura final de decomposição foi de 629,6°C, que é observado na Figura 10.

A temperatura que iniciou a decomposição do ketchup em embalagem cartonada foi em torno de 31°C, perdendo cerca de 64,6% da massa total, e a temperatura final foi de 627,6%, como pode ser observado na Figura 11.

Na análise do ketchup cartonado utilizando o nitrogênio, como mostra a Figura 12, observa-se que a temperatura inicial de decomposição desse produto foi em torno de 35°C, com perda de 59,4% da massa total, e a temperatura final de decomposição foi de 629,3°C.

Com isso, chega-se a conclusão que a embalagem de lata para o extrato e o molho de tomate, e a embalagem de plástico para o ketchup, são mais estáveis e dão maior proteção aos produtos, já as embalagens cartonadas apresentam maior perda da qualidade do produto, em virtude de sua maior permeabilidade ao oxigênio.

CONCLUSÕES

De acordo com as análises realizadas, pode-se concluir que:

- O tipo de embalagem na qual o atomatado é acondicionado, influencia na sua vida útil;
- As embalagens devem evitar as alterações sensoriais, a oxidação dos produtos, a perda de umidade, a contaminação microbológica, além de satisfazer o custo, a disponibilidade e o *marketing*;
- Houve um aumento do pH, teor de cinzas, cloreto e matéria seca, devido à perda de umidade do alimento para o ambiente, provocada pela acondicionamento sob refrigeração;
- Todas as análises físico-químicas

realizadas ao abrir, e com cinco, dez, quinze e vinte dias de armazenamento sob refrigeração não sofreram alterações estatisticamente significativas;

- De acordo com as análises físico-químicas, o molho e o extrato de tomate devem ser consumidos em até três dias depois de aberto e armazenado sob refrigeração;
- O aumento da concentração de cloretos faz com que ocorra a diminuição dos valores de A_w , e também o pH é inferior ao necessário para o crescimento de microorganismos, podendo ocorrer apenas a deterioração por bolores e leveduras, o que não foi observado;
- Até o vigésimo dia de armazenamento sob refrigeração, o ketchup, nos dois tipos de embalagens, apresentou características físico-químicas ideais para o seu consumo;
- Com relação ao molho de tomate, foi encontrada diferença entre os tipos de embalagem, apenas com relação à atividade de água;
- Já o ketchup apresentou diferença estatisticamente entre as embalagens no que diz respeito à A_w , umidade, matéria seca e acidez, onde: $p = 0,0253$;
- O extrato de tomate só apresentou diferença estatisticamente entre as embalagens no quesito cloreto, onde: $p = 0,0253$;
- Todas as análises físico-químicas realizadas nos produtos atomatados, não tiveram diferença estatisticamente, pois o "p" sempre foi maior que 0,05;
- As embalagens de lata e cartonada estavam em perfeita condição, desenvolvendo uma pigmentação de cor vermelha na sua superfície interna, durante a estocagem sob refrigeração, e a embalagem de plástico não apresentou nenhuma alteração durante seu armazenamento;
- Houve a ausência de qualquer tipo de microorganismos nas embalagens analisadas, o que mostra que o produto passou por um processo de esterilização adequado;

- Sob atmosfera de nitrogênio, os produtos atomatados apresentaram maior estabilidade térmica do que quando submetidos ao ar sintético, pois o nitrogênio não provoca a oxidação dos produtos;
- De acordo com as análises térmicas realizadas, a embalagem de lata para o extrato e o molho de tomate, e a embalagem de plástico para o ketchup, são mais estáveis e dão maior proteção aos produtos, já as embalagens cartonadas apresentam maior perda da qualidade do produto, em virtude de sua maior permeabilidade ao oxigênio.

THEMAL ANALYSIS AND BIOLOGICAL STUDIES OF ATOMAT PRODUCTS

ABSTRACT

This work aims evaluate the thermal, biological and physiochemical stability of tomatoes products (ketchup and tomato sauce and extract) as function of the packing material and storage time. The applied techniques (pH, acidity, activity of water (Aw), chloride content, humidity, dry matter and ashes content) demonstrate that for the same packing type, there are no significant deviations of product characteristics ($p > 0.05$) after the used storage period. Conversely, the ketchup has presented considerable modification of acidity, Aw, humidity and matter dries ($p < 0.05$), as function of the kind of packs. Regarding the tomato sauce, such deviation was observed just to Aw. The tomato extract only significant modification to the chloride content was observed, regarding to the type of packing. The biological analyses show complete absence of microbial infection. The thermogravimetric curves indicate that the can packing type are widely recommended for the tomato extract and sauce, however, the plastic packing are more indicated to ketchup, due to its stability and larger product protection. In opposition, as result of the high oxygen permeability the paper pack demonstrate strong reduction of the tomatoes products quality.

Keywords: Atomat Products. Thermal analysis. Microbiology. Physical-chemical analysis. Packaging.

REFERÊNCIAS

1. Espinoza W. Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco. Brasília: IICA - Escritório no Brasil; 1991.
2. Jaime SBM, Alves RMV, Segantin E, Anjos VDA, Mori EEE. Estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo. Ciências e Tecnologia de Alimentos. 1998;18(2).
3. Hart DJ, Scott J. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. Food Chemistry. 1995;54:101-11.
4. Rao AV, Agarwal S. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in prevention of chronic disease: a review. Nutrition Research. 1999;19(2):305-23.
5. Rao AV, Agarwal S. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in prevention of chronic disease: a review. Journal of the American College of Nutrition. 2000;19:563-69.
6. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3ª ed. São Paulo; 1985.
7. Zar JH. Biostatistical analysis. 3ª ed. Prentice-Hall: London; 1999.
8. Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - ABIA. Compêndio da Legislação de Alimentos: consolidação das normas e padrões de alimentos. Atos do Ministério da Agricultura. São Paulo: ABIA. 1989;1(10):79. (NTA - 12/15).
9. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia de alimentos. São Paulo: Atheneu; 2004.
10. U.S. Department of Health & Human Services. FDA U.S. Food and Drug Administration. New Hampshire; 2007 jul 16. Disponível em: www.fda.gov.